



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2015

---

## **Satellitenbilddaten: Neueste Sensoren, erleichterter Datenzugang und innovative Produkte**

Heisig, Holger ; Jörg, Philip Claudio ; Leiterer, Reik ; Wyss, Francesco ; Zesiger, Mathias

**Abstract:** Der freie Zugang zu zivilen Satellitenbildern hat unsere Wahrnehmung der Welt fundamental verändert. Dies begann mit ersten Bildern von Wettersatelliten in den 1960er Jahren und erlebt seit ungefähr zehn Jahren eine neue Dimension mit dem nun möglichen privaten Zugang auf globale hochauflösende Satellitenbilder via Google Earth und andere Portale. Die Entwicklung, der Betrieb und mögliche Anwendungen immer leistungsfähigerer Fernerkundungssatelliten werden nur zu einem geringen Teil von der Öffentlichkeit wahrgenommen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über neueste Trends, Produkte, Datenbezug und Anwendungen aktueller Systeme.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-116835>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Heisig, Holger; Jörg, Philip Claudio; Leiterer, Reik; Wyss, Francesco; Zesiger, Mathias (2015). Satellitenbilddaten: Neueste Sensoren, erleichterter Datenzugang und innovative Produkte. *Geomatik Schweiz*, 9:325-330.

# Satellitenbilddaten: Neueste Sensoren, erleichterter Datenzugang und innovative Produkte

Der freie Zugang zu zivilen Satellitenbildern hat unsere Wahrnehmung der Welt fundamental verändert. Dies begann mit ersten Bildern von Wettersatelliten in den 1960er Jahren und erlebt seit ungefähr zehn Jahren eine neue Dimension mit dem nun möglichen privaten Zugang auf globale hochauflösende Satellitenbilder via Google Earth und andere Portale. Die Entwicklung, der Betrieb und mögliche Anwendungen immer leistungsfähigerer Fernerkundungssatelliten werden nur zu einem geringen Teil von der Öffentlichkeit wahrgenommen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über neueste Trends, Produkte, Datenbezug und Anwendungen aktueller Systeme.

---

H. Heisig, P. Jörg, R. Leiterer, F. Wyss, M. Zesiger

---

## Sehr hoch auflösende optische Satellitenbilddaten

### Eigenschaften und Entwicklungen

Seit 15 Jahren stehen kommerzielle Systeme zur Aufnahme von optischen Daten mit einer geometrischen Auflösung (Ground Sample Distance = GSD) von < 1 m zur Verfügung. Die Satellitenbildsensoren der neuesten Generation verfügen, neben ihrer geometrischen Auflösungsleistung (bis 30 cm GSD!), über weitere herausragende Eigenschaften:

- erweiterte spektrale Auflösung
- erweiterte radiometrische Auflösung
- sehr gute Lagegenauigkeit
- Fähigkeit für Stereo Aufnahmen für die 3D Interpretation oder Erstellung hochgenauer Höhenmodelle.

Bei den wichtigsten kommerziellen Systemen ist neben der Bestellung vorhandener Archiv-Aufnahmen auch die Durchführung neuer kundenspezifischer Aufnahmen (taskings) möglich.

### Anwendungen

Sehr hoch auflösende Satellitenbilddaten finden heute in allen Anwendungsgebieten Verwendung in denen auch Luftbil-

der vergleichbarer Auflösung eingesetzt werden (etwa topografische Kartierung, Stadt- und Regionalplanung, Katasteranwendungen, Forstinventare etc.). Besondere Vorteile bietet ihre Verwendung in abgelegenen Regionen in denen Luftbilder nur erschwert verfügbar sind. Die

hohe Agilität dieser Systeme ermöglicht es zudem, sehr kurzfristig Neuaufnahmen zu erfassen. Dies ist bei Schadensereignissen wie auch bei kleinräumigen Projekten sehr interessant.

### Verfügbarkeit und Vertriebswege

Das Segment der optischen, sehr hoch auflösenden Satellitenbilddaten wird derzeit global von zwei Betreibern dominiert. Zum einen ist dies der US-amerikanische Anbieter DigitalGlobe (DG), zum anderen der europäische Airbus-Konzern.

DigitalGlobe verfügt mit WorldView (WV)-01, WV02, WV03 und GeoEye-01 über eine Anzahl sehr leistungsfähiger Satelliten. Das Flaggschiff dieser Konstellation ist der 2014 in Orbit genommene Satellit WV03. Im Nadir kann dieser mit einer geometrischen Auflösung von bis zu 31 cm aufnehmen (Abb. 1). Airbus betreibt unter anderem die Satelliten Pléiades-1/2 (GSD 50 cm) und SPOT6/7 (GSD 150 cm). Alleinstellungsmerkmal dieses Betreibers ist der vereinfachte Zugang zu den Daten. Über das zugehörige online-Portal können Areas Of Interest



Abb. 1: Bildbeispiel WV03: Orthorektifizierte Winteraufnahme (GSD 30 cm) in der Region Interlaken. Zum Vergleich: SWISSIMAGE (unten). Copyrights: ©2015 DigitalGlobe Inc. / ©swisstopo.

Fig. 1: Exemple d'image de WV03: vue hivernale de la région d'Interlaken (GSD 30 cm). A titre de comparaison (en bas): SWISSIMAGE.

(AOIs) definiert, Archivdaten bestellt und Neuaufnahmen programmiert werden. DG und Airbus erlauben mit ihren Konstellationen jeweils sehr kurze Wiederholraten (revisit cycle). Es kann damit jeweils jeder Ort der Erde mindestens einmal pro Tag aufgenommen werden.

Die Preise für sehr hochauflösende Satellitenbilder sind in den letzten Jahren kontinuierlich gefallen. In der Grössenordnung zahlt ein Kunde derzeit für eine Archiv-Satellitenbildszene (GSD 50 cm) 12-15 CHF/km<sup>2</sup>, für kundenspezifische Neuaufnahmen ungefähr das Doppelte.

## Optische Satellitenbilddaten mittlerer Auflösung

### Eigenschaften und Verfügbarkeit

Zivile Erdbeobachtungsdaten mittlerer Auflösung stehen, initiiert durch das Landsat Programm der NASA, bereits seit den 1970er Jahren zur Verfügung.

Die heutige Landschaft verfügbarer Aufnahmesysteme in diesem Auflösungsbe- reich ist vielfältig. Die Aufnahme- flächen dieser Sensoren haben regionale Aus- masse. Die Datenpreise sind relativ gering bzw. grossteilg kostenlos. Einige der wichtigsten Vertreter dieser Sensoren sind:

- Landsat 8: Seit 2013 im Orbit, setzt die NASA ihr Landsat Programm mit diesem Satelliten fort. Die Daten sind frei zugänglich und verfügen über einen GSD von 15 m
- Sentinel-2: Hierbei handelt sich um vor- erst zwei Erdbeobachtungssatelliten desselben Typs der ESA, deren erster diesen Sommer in den Orbit gebracht wurde (siehe Titelbild). Die geometri- sche Auflösung beträgt, je nach Kanal zwischen 10 und 60 m. Die Daten ste- hen ebenfalls frei zur Verfügung (Bild- beispiel siehe Abb. 2).

Weiterführende Informationen zum Be- zug kostenloser Satellitenbilddaten mitt- lerer Auflösung sind auch zu finden unter [www.npoc.ch](http://www.npoc.ch).

### Anwendungen

Wichtige Beispiele von Anwendungen optischer Daten mittlerer Auflösung lie-



Abb. 2: Eine der ersten Aufnahmen von Sentinel-2 (27. Juni 2015): Falschfar- beninfrarotaufnahme über Pavia (I) mit dem Zusammenfluss der Flüsse Ticino und Po. Copyrights: ©2015 Copernicus data / ESA.

*Fig. 2: Une des premières prises de vue de Sentinel-2 (27 juin 2015): Image en fausses couleurs infrarouge de la région de Pavia (I), avec la confluence du Tessin et du Pô.*

gen im Bereich des langfristigen Monito- rings der Atmosphäre (Aerosol- und NO<sub>x</sub>-Mapping), hydrologischen Frage- stellungen (Planktonkonzentrationen, Oberflächentemperaturen) und vegetati- onsspezifischen Themen (Ableitung von Vegetationsindizes, Wald- und Agrarmo- nitoring).

Eine weitere Anwendung optischer Da- ten mittlerer Auflösung sind Klassifizie- rungen der Landbedeckung. Dabei wer- den die multispektralen Daten in diskrete Klassen der Bodendeckung (etwa Wald, Wasser, Siedlung etc.) klassifiziert. Auf

europäischer Ebene wird dies periodisch durch das CORINE Land Cover Programm umgesetzt (Abbildung 3).

## Synthetic Aperture Radar (SAR)-Satellitenbilddaten

### Eigenschaften und Entwicklungen

Während die Nutzung optischer Daten durch mögliche Wolkenbedeckung ein- geschränkt ist, liefern SAR Systeme Bild- daten, die weitgehend vom Wetter unab- hängig aufgenommen werden können. Wichtige Vertreter dieser Systeme sind:

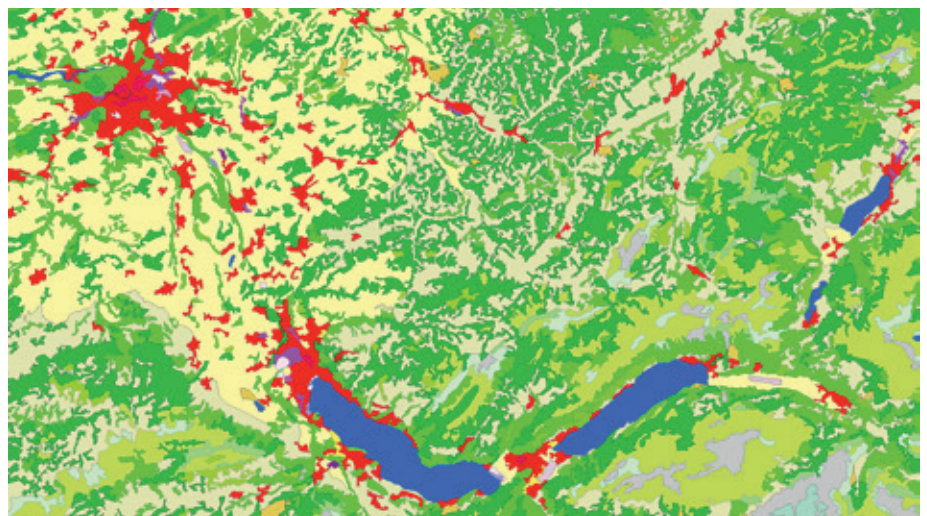


Abb. 3: Beispiel einer Klassifizierung der Landnutzung: CORINE Land Cover. Copyrights: ©EEA (European Environmental Agency).

*Fig. 3: Exemple de classification: couverture du sol, CORINE Land Cover.*



- TerraSAR-X & TanDEM-X: Diese Satelliten werden durch das Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum betrieben. Die geometrische Auflösung beträgt bis zu < 1 m.
- Sentinel-1: Der erste von vorerst zwei Satelliten wurde 2014 in Betrieb genommen und wird durch die ESA innerhalb des Copernicus Programmes der EU betrieben. Der Zugriff auf die von den Sentinel-Satelliten erfassten Daten ist offen und kostenlos. Die geometrische Auflösung beträgt bis zu 5 m.

### Anwendungen und Verfügbarkeit

Auch die Anwendungen von SAR-Daten sind sehr vielfältig. Dazu gehören: Umweltmonitoring, Landbedeckungsklassifizierungen, Überschwemmungskartierungen, geologische Kartierungen bis hin zum Monitoring des Internationalen Seeverkehrs.

Die Ableitung von Höhendaten stellt eine weitere wichtige Anwendung von SAR-Daten dar. So werden beispielsweise die Daten der TerraSAR-X & TanDEM-X Satelliten derzeit zu einem globalen Höhenmodell (WorldDEM, Abbildung 4) von bisher unerreichter Genauigkeit prozessiert. Die Auflösung dieses Datensatzes beträgt 12 m, die vertikale Genauigkeit wird mit 2 m (relativ) bzw. 4 m (absolut) angegeben. Der Preis beträgt 8-12 CHF/km<sup>2</sup> (je nach Verarbeitungsstufe).

In Abbildung 5 ist der Einsatz der Satelliten zur Erstellung des WorldDEM-Produktes grafisch illustriert.

### Der NPOC und seine Leistungen

Bei Schweizer Kunden finden, etwa im Vergleich zu den Nachbarländern, Satellitenbilder relativ wenig Anwendungen. Dies mag, trotz hervorragender Aktivitäten im Forschungsbereich, historisch mit der sehr guten Abdeckung mit Luftbildern über der Schweiz und dem Fehlen eines nationalen Satellitenprogramms zusammenhängen.

Wie im Artikel aufgezeigt wurde, existiert heute ein grosses Angebot für den einfachen und schnellen Bezug von Satellitenbildern unterschiedlicher Art. Es ist das Ziel des NPOC (National Point of Contact for Satellite Images) potentielle Nutzer auf dieses Angebot aufmerksam zu machen, um dadurch die Verwendung von Satellitenbilddaten bei Schweizer Kunden zu fördern. Der NPOC wird gemeinsam von swisstopo und den Remote Sensing Laboratories der Universität Zürich betrieben und hat unter anderem folgende Aufgaben:

- Beratung und wissenschaftliche Unterstützung öffentlicher und privater Kunden bei der Verwendung von Satellitenbilddaten (NPOC @ RSL).

- Beratung, Beschaffung, Bearbeitung und Vertrieb weltweiter Satellitenbilddaten für Schweizer Kunden (NPOC @ swisstopo).
  - Erstellung von Dienstleistungen, Lösungen und Produkten im Zusammenhang mit Satellitenbilddaten für die Kunden des NPOC (NPOC @ swisstopo).
- Der NPOC nimmt dies als hoheitliche Aufgabe ohne Gewinnorientierung wahr.

National Point of Contact  
[www.npoc.ch](http://www.npoc.ch)  
 Wissenschaftliche Unterstützung  
[npoc@geo.uzh.ch](mailto:npoc@geo.uzh.ch)  
 Telefon +41 44 635 65 22  
 Datenvertrieb und technische Unterstützung  
[npoc@swisstopo.ch](mailto:npoc@swisstopo.ch)  
 Tel. +41 58 469 02 52

Holger Heisig  
 P. Jörg, R. Leiterer, F. Wyss, M. Zesiger  
 Bundesamt für Landestopografie  
 swisstopo  
 Seftigenstrasse 264  
 CH-3084 Wabern  
[Holger.Heisig@swisstopo.ch](mailto:Holger.Heisig@swisstopo.ch)

# Images satellites: de nouveaux capteurs, un accès facilité aux données et des produits innovants

Le libre accès à des images satellites civiles a profondément changé notre perception du monde. Ce mouvement de fond a débuté dans les années 1960 avec les premières images fournies par les satellites météorologiques et a pris une toute autre ampleur il y a dix ans environ, lorsque Google Earth et d'autres portails ont permis à tout un chacun d'accéder à des images satellites à haute résolution couvrant la planète entière. Les connaissances du grand public sont toutefois limitées, aussi bien en matière de développement et d'exploitation que de possibilités qu'offrent désormais des satellites de télédétection aux performances sans cesse accrues. Le présent article vise donc à brosser un tableau succinct des tendances et des produits les plus récents, des modalités d'obtention de données et des applications que permettent les systèmes actuels.

italienisch

folgt

---

H. Heisig, P. Jörg, R. Leiterer, F. Wyss, M. Zesiger

---

## Images satellites optiques à très haute résolution

### Propriétés et développements

Des systèmes commerciaux d'acquisition de données optiques avec une résolution géométrique (GSD, Ground Sample Distance) inférieure au mètre sont disponibles depuis une quinzaine d'années. Outre la finesse de leur résolution géométrique (GSD jusqu'à 30 cm), les cap-

teurs de dernière génération équipant les satellites les plus récents présentent d'autres propriétés exceptionnelles:

- une résolution spectrale étendue
- une résolution radiométrique étendue
- une très bonne précision planimétrique
- la capacité à fournir des vues stéréoscopiques pour une interprétation en 3D ou l'établissement de modèles altimétriques de grande précision.

Les principaux systèmes commerciaux permettent non seulement aux clients de commander des images parmi celles d'ores et déjà archivées, mais également

de demander la réalisation de prises de vues spécifiques (taskings), ciblant les besoins qui leur sont propres.

### Applications

Aujourd'hui, les données d'images satellites à très haute résolution sont utilisées dans tous les domaines où l'on recourt également à des photos aériennes d'une résolution comparable (on citera ici la cartographie topographique, l'aménagement du territoire en zone urbaine et à l'échelle régionale, les applications cadastrales ou les inventaires forestiers). Leur emploi se révèle particulièrement avantageux dans les zones reculées où la disponibilité des photos aériennes est problématique. La grande souplesse des systèmes mis en œuvre leur permet par ailleurs de réaliser de nouvelles prises de vues à très court terme, ce qui présente un intérêt évident lorsque les dégâts consécutifs à un événement particulier ou l'état d'avancement d'un projet peu étendu sont à cartographier.

### Disponibilité et voies de diffusion

A l'heure actuelle, le segment des images satellites optiques à très haute résolution est dominé par deux acteurs principaux dans le monde. Il s'agit d'une part du fournisseur américain DigitalGlobe (DG) et d'autre part du groupe européen Airbus. Avec WorldView (WV)-01, WV02, WV03 et GeoEye-01, DigitalGlobe dispose d'une flotte de satellites extrêmement performants, dominée par le modèle WV03 mis en orbite en 2014. Ce dernier peut effectuer des prises de vues nadirales d'une résolution géométrique pouvant atteindre 31 cm (cf. fig. 1). Airbus exploite entre autres les satellites Pléiades-1/2 (GSD 50 cm) et SPOT6/7 (GSD 150 cm). C'est surtout par l'accès simplifié aux données que cet exploitant se démarque de la concurrence. Il est ainsi possible, sur le portail en ligne correspondant, de définir des zones d'intérêt (Areas Of Interest, AOIs), de commander des données archivées et de programmer de nouvelles prises de vues.

Avec leurs constellations respectives, DG et Airbus proposent des fréquences

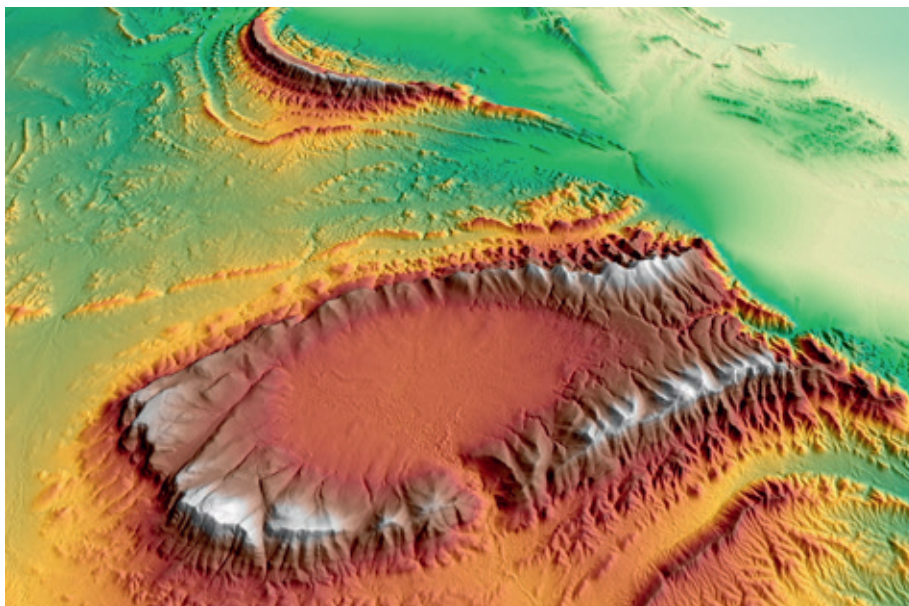


Fig. 4: Extrait du produit WorldDEM dans la région Wilpena Pound, Australie.  
Abb. 4: Ansicht des WorldDEM Produktes über Wilpena Pound, Australien.  
Copyrights: DLR 2015 and © Airbus DS Geo GmbH 2015.

de passage (revisit cycles) rapprochées, puisque chacun d'eux permet de photographier tout lieu sur Terre au moins une fois par jour.

Le prix des images satellites à très haute résolution a continuellement baissé au cours des dernières années. Pour donner un ordre de grandeur, un client paie actuellement entre 12 et 15 CHF/km<sup>2</sup> pour une image satellite archivée (GSD 50 cm) et environ le double pour de nouvelles prises de vues répondant à une demande spécifique de sa part.

## Données d'images satellites optiques à moyenne résolution

### Propriétés et disponibilité

C'est le programme Landsat de la NASA qui est à l'origine des données civiles d'observation de la Terre. Ces images à moyenne résolution sont proposées depuis les années 1970.

Le paysage actuel des systèmes d'acquisition de données disponibles dans cette plage de résolution est très varié. Les capteurs dont ils sont pourvus peuvent saisir des surfaces étendues, d'ampleur régionale. Lorsqu'elles ne sont pas gratuites, cas de figure le plus courant, les

données sont proposées à un prix relativement modique. Parmi les principaux représentants de ce type de systèmes, on citera:

- Landsat 8: la NASA poursuit son programme Landsat avec ce satellite en orbite depuis 2013. Les données sont en libre accès (GSD 15 m).
- Sentinel-2: il s'agit pour l'instant de deux satellites d'observation de la Terre du même type de l'ESA, le premier d'entre eux ayant été mis en orbite cet été (cf. page titre). Suivant le canal, la résolution géométrique varie entre 10 et 60 m. Les données sont également en libre accès (exemple d'image cf. fig. 2).

Des informations complémentaires portant sur l'obtention gratuite de données d'images satellites à moyenne résolution sont aussi disponibles à l'adresse [www.npoc.ch](http://www.npoc.ch).

### Applications

Les données optiques à moyenne résolution sont notamment utilisées dans les domaines de la surveillance de l'atmosphère à long terme (cartographie des concentrations en aérosols et en NO<sub>x</sub>), de l'étude des océans (concentrations en plancton, températures de surface) et de

l'analyse de la végétation (calcul d'indices de végétation, surveillance des forêts et des terres agricoles).

La classification de la couverture du sol constitue une autre utilisation de ces informations. Les données multispectrales sont alors classées au sein de catégories discrètes d'occupation du sol (telles que la forêt, les eaux, les agglomérations, etc.). Au niveau européen, cette classification est réalisée périodiquement dans le cadre du programme CORINE Land Cover (cf. figure 3).

## Données d'images satellites radar à synthèse d'ouverture (RSO)

### Propriétés et développements

Si l'utilisation de données optiques est limitée par une possible couverture nuageuse, les systèmes RSO fournissent des données d'images dont l'acquisition est largement indépendante des conditions météorologiques. Parmi les principaux représentants de ces systèmes, on peut citer:

- TerraSAR-X & TanDEM-X: ces satellites sont exploités par le centre aérospatial allemand (DLR, Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum). La résolution géométrique peut être inférieure au mètre.
- Sentinel-1: le premier de deux satellites (pour l'instant) a été mis en service en 2014 et est exploité par l'ESA dans le cadre du programme Copernicus de l'UE. L'accès aux données saisies par les satellites Sentinel est ouvert et gratuit. La résolution géométrique peut atteindre jusqu'à 5 m.

### Applications et disponibilité

Les applications des données RSO sont également multiples. Elles englobent notamment la surveillance de l'environnement, les classifications de la couverture du sol, la cartographie de zones inondées, les cartes géologiques et incluent même le suivi du trafic maritime international.

La dérivation de données altimétriques constitue une autre application importante des données RSO. Ainsi, les don-

nées des satellites TerraSAR-X & TanDEM-X sont actuellement traitées pour former un modèle altimétrique mondial (WorldDEM, figure 4) d'une précision inégalée à ce jour. La résolution de ce jeu de données est de 12 m, la précision verticale annoncée étant de 2 m (relative), respectivement de 4 m (absolue). Le prix varie entre 8 et 12 CHF/km<sup>2</sup> (suivant le niveau de traitement).

Le recours aux satellites pour la génération du modèle WorldDEM est illustré de manière graphique sur la figure 5.

## Le NPOC et ses prestations

Par rapport à leurs voisins européens, les clients suisses recourent assez peu aux images satellites. Des activités remar-

quables sont pourtant déployées dans le domaine de la recherche, de sorte que deux raisons principales peuvent être avancées pour expliquer cette situation. La première est d'ordre historique, puisque le pays est parfaitement couvert par des photos aériennes depuis des décennies. La seconde, d'ordre structurel, est l'absence d'un programme satellitaire national.

Comme l'article s'est attaché à le montrer, une offre très large existe aujourd'hui pour l'obtention simple et rapide d'images satellites de différents types. Le NPOC (National Point of Contact for Satellite Images) a donc pour objectif de rendre les utilisateurs potentiels attentifs à cette offre, afin d'encourager les clients suisses à recourir plus largement aux données

d'images satellites. Le NPOC est exploité conjointement par swisstopo et les laboratoires de télédétection (Remote Sensing Laboratories) de l'université de Zurich. Les tâches suivantes lui incombent notamment:

- Conseil et assistance scientifique de clients des secteurs public et privé lors de l'utilisation de données d'images satellites (NPOC @ RSL).
- Conseil, acquisition, traitement et diffusion de données d'images satellites du monde entier pour le compte de clients suisses (NPOC @ swisstopo).
- Prestation de services, élaboration de solutions et de produits en lien avec des données d'images satellites pour les clients du NPOC (NPOC @ swisstopo).

Le NPOC assume une mission de service public et ne poursuit donc aucun but lucratif.

National Point of Contact  
[www.npoc.ch](http://www.npoc.ch)

Assistance scientifique  
[npoc@geo.uzh.ch](mailto:npoc@geo.uzh.ch)  
Tél. +41 44 635 65 22

Diffusion de données et assistance technique  
[npoc@swisstopo.ch](mailto:npoc@swisstopo.ch)  
Tél. +41 58 469 02 52

Holger Heisig  
P. Jörg, R. Leiterer, F. Wyss, M. Zesiger  
Office fédéral de topographie swisstopo  
Seftigenstrasse 264  
CH-3084 Wabern  
[Holger.Heisig@swisstopo.ch](mailto:Holger.Heisig@swisstopo.ch)

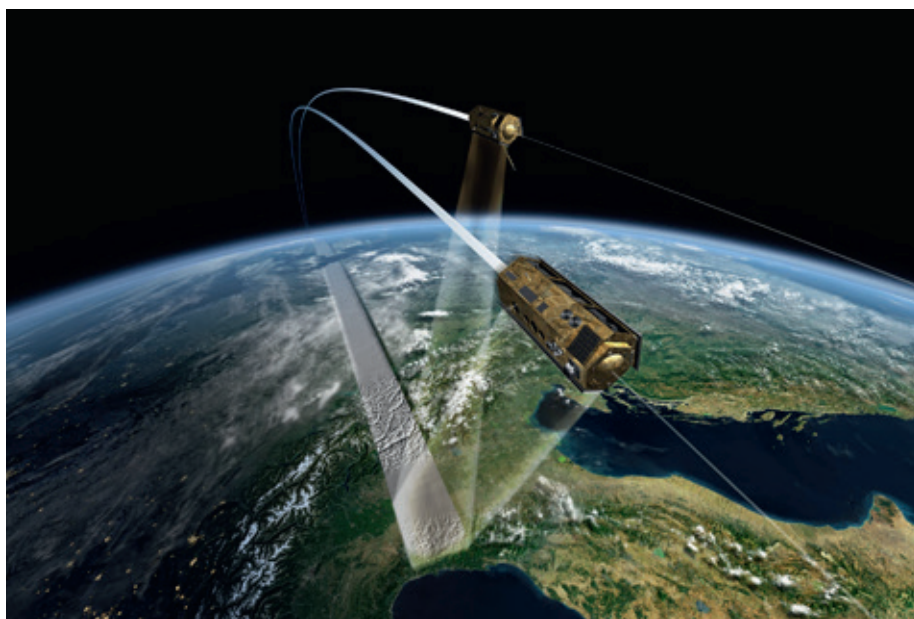


Fig. 5: Principe de l'élaboration du produit WorldDEM à partir de la constellation TerraSAR-X / TanDEM-X.

Abb. 5: Schematische Darstellung der Generierung des WorldDEM Produktes aus Daten der TerraSAR-X / TanDEM-X Konstellation. Copyrights: ©DLR 2015.